



DE 197 21 215 A 1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 197 21 215 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 K 23/20**  
H 02 K 23/54  
H 02 K 1/06

21 Aktenzeichen: 197 21 215.8  
22 Anmeldetag: 21. 5. 97  
43 Offenlegungstag: 26. 11. 98

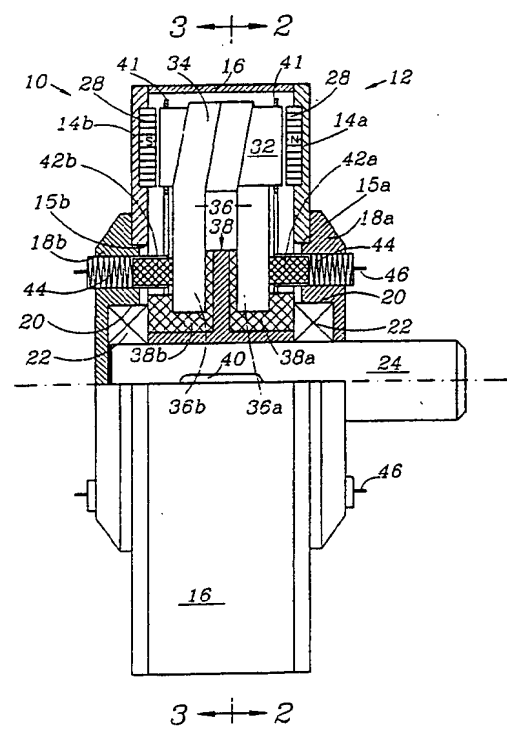
71 Anmelder:  
Schiller, Helmut, 64625 Bensheim, DE  
  
74 Vertreter:  
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 64673  
Zwingenberg

61 Zusatz zu: 196 20 291.4  
  
72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

## 54 Elektrische Gleichstrom-Maschine

57 Als Motor und Generator betreibbare, nach dem Axialfeld-Prinzip arbeitende elektrische Gleichstrom-Maschine (10). Die Maschine weist einen in einem Gehäuse (12) drehbar gelagerten Rotor (26) auf, der mit einer Vielzahl von mit Abstand von der Drehachse angeordneten Elektromagneten mit jeweils einer Spulenwicklung (34) aus einem oder mehrere elektrische(n) Leiter tragenden Spulenkerne (32) versehen ist, wobei die Enden der die Spule bildenden elektrische Leiter radial nach innen geführt und mit jeweils zugeordneten, insgesamt zusammengekommen einen Kommutator bildenden Kontaktelementen mit jeweils einer Kontaktfläche elektrisch leitend verbunden sind, auf denen im Gehäuse gehaltene, an eine Gleichstromquelle bzw. einen Gleichstromverbraucher anschließbare Schleifkontakte (42a, 42b; 50a, 50b) angebracht sind. In gleichmäßigen Winkelabständen sind auf den Innenseiten der Gehäusestirnwände (14a; 14b) angeordnete, den Stirnflächen der Spulenkerne (32) gegenüberstehenden Polflächen von Permanentmagneten (28) mit in Umfangsrichtung aufeinanderfolgend jeweils entgegengesetzter Polarität vorgesehen.



DE 197 21 215 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Gleichstrom-Maschine mit einem in einem Gehäuse drehbar gelagerten Rotor, der eine Vielzahl von mit Abstand von der Drehachse angeordneten Elektromagneten mit jeweils einer Spulenwicklung auf einem oder mehreren elektrischen Leiter tragenden Spulenkern aufweist, wobei die Enden der die Spule bildenden elektrischen Leiter radial nach innen geführt und mit jeweils zugeordneten, insgesamt zusammengekommen einen Kommutator bildenden Kontaktelementen mit jeweils einer Kontaktfläche elektrisch leitend verbunden sind, auf denen im Gehäuse gehaltene an wenigstens eine Gleichstromquelle bzw. wenigstens einen Gleichstromverbraucher anschließbare Schleifkontakte angedrückt sind, und mit in gleichmäßigen Winkelabständen auf den Innenseiten der Gehäusestirnwände angeordneten, den Stirnflächen der Spulenkern gegenüberstehenden Polflächen von Permanentmagneten mit in Umfangsrichtung aufeinanderfolgend jeweils entgegengesetzter Polarität, wobei jeder Spulenkern mit der zugehörigen Spulenwicklung ein gesondert hergestelltes Elektromagnet-Bauelement bildet, welche in einem mit der Welle des Rotors drehfest verbundenen Nabenträger gehalten sind, die Polflächen der Permanentmagnete in Umfangsrichtung eine jeweils mehrere gegenüberstehende Spulenkern überdeckende Erstreckung aufweisen, die beiden jeweils einem radial außenliegenden Permanentmagneten zugeordneten Schleifkontakte des Kommutators sich in Umfangsrichtung so weit erstrecken, daß sie die Kontaktflächen von jeweils etwa der Hälfte der einer Polfläche des Permanentmagneten zugeordneten Kontaktelemente überdecken nach Patent 196 20 291.4.

Insbesondere als Gleichstrommotor für den Niederspannungsbereich, die aus Akkumulatoren oder Batterien gespeist werden können, sind derartige Elektromotoren – mit höheren Leistungen und guten Wirkungsgraden, die somit auch z. B. als Fahrzeugantriebe verwendbar sind – von Interesse. Insbesondere dann, wenn die Motoren nach dem Prinzip eines Axialfeldmotors aufgebaut werden, die infolge des relativ großen Durchmessers die Anordnung einer Vielzahl von Permanentmagneten im Gehäuse und eine entsprechend große Anzahl von Elektromagneten im Rotor erlaubt, sind solche Gleichstrommotoren wegen der prinzipiell guten Regelmöglichkeit von Interesse, wozu der Vorteil kommt, daß derartige Maschinen bei äußerem Antrieb grundsätzlich auch für den Einsatz als Generatoren geeignet sind.

Die Gleichstrom-Maschine gemäß dem Hauptpatent hat – insbesondere bei Verwendung als Motor – Vorteile gegenüber älteren als Axialfeldmaschinen ausgebildete Gleichstrom-Maschinen. So stellt die Vorfertigung der Elektromagnet-Bauelemente und ihre nachträgliche Montage in einem Nabenträger einen einfachen Aufbau und eine preisgünstige Montage sicher, wobei es durch die Ausgestaltung derart, daß jedem Permanentmagneten jeweils mehrere Elektromagnet-Bauelemente zugeordnet sind, möglich ist, jeweils die bei laufendem Rotor in das Feld eines Permanentmagneten einlaufenden Elektromagnet-Bauelemente durch den Kommutator so anzusteuern, daß sie eine entgegengesetzte Polarität haben und so vom Elektromagneten in Umfangsrichtung gezogen werden. Sobald der Spulenkern des jeweiligen Elektromagneten-Bauelements mittig zum Permanentmagneten ausgerichtet ist, erfolgt dann aufgrund der speziellen Bauart eine Umpolung des Spulenkerns, wodurch das Elektromagnet-Bauelement auf die gleiche Polarität wie der gegenüberstehende Permanentmagnet umgeschaltet und dadurch in Drehrichtung weitergedrängt wird. Erreicht wird diese Polaritäts-Umschaltung durch eine Umpol-Schaltung, bei welcher zu den Kontaktflächen der den Kommutator bil-

denden Kontaktelemente versetzt mit den kommutatorseitigen Kontaktflächen elektrisch verbundene Kontaktflächen vorgesehen sind, an denen in der Umfangserstreckung den Kommutator-Schleifkontakten im wesentlichen entsprechende Umpol-Schleifkontakte angedrückt sind, welche jeweils paarweise elektrisch miteinander verbunden sind. Durch die Größe der zusammenwirkenden Kontaktflächen der Kommutator-Schleifkontakte und der Umpol-Schleifkontakte wird die Stromstärke des von der Gleichstromquelle zugeführten Stroms bzw. des an einen Verbraucher abgegebenen Stroms beschränkt, wenn eine hinreichende Standzeit der Schleifkontakte gewährleistet werden soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Leistung der Maschine gemäß Hauptpatent ohne wesentliche Vergrößerung ihrer Abmessungen oder des Gewichts und ohne Verschlechterung des Wirkungsgrades zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß – unter Verzicht auf die paarweise elektrisch miteinander verbundenen Umpol-Schleifkontakte jeweils auf ein Paar von an die Gleichstromquelle(n) bzw. Gleichstromverbraucher angeschlossenen Schleifkontakten in Umfangsrichtung versetzt ein weiteres Paar von mit umgekehrter Polarität an die Gleichstromquelle(n) bzw. Gleichstromverbraucher angeschlossenen Schleifkontakten vorgesehen ist. Die Kontakte beider Paare von – in umgekehrter Polung an die Gleichstromquelle bzw. den Gleichstromverbraucher angeschlossenen – Schleifkontakten stellen nunmehr Kommutatorkontakte dar, wodurch sich ohne Erhöhung der Stärke der über die einzelnen Kontaktflächen der Schleifkontakte geführten Ströme eine Verdoppelung der möglichen Stromaufnahme bzw. -abgabe ergibt, soweit dies die Materialquerschnitte in den Spulenwicklungen und der Magnetfluß erlauben.

Dabei ist es zweckmäßig, in Umfangsrichtung zu dem Doppel-Paar von entgegengesetzt gepolten Kommutator-Schleifkontakten versetzt weitere Doppel-Paare von Kommutator-Schleifkontakten, und zwar bevorzugt eine der Anzahl der Permanentmagnet-Paare entsprechende Anzahl, vorzusehen und so die Motor- bzw. Generatorleistung zu optimieren.

Die Erfindung ist in der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert, und zwar zeigt:

Fig. 1 im sogenannten Halbschnitt, d. h. in der unteren Hälfte in der Seitenansicht und in der oberen Hälfte entlang einer Radialebene geschnitten, ein Ausführungsbeispiel einer in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildete Gleichstrom-Maschine in schematischer Darstellung;

Fig. 2 eine Ansicht auf die Innenseite einer die Permanentmagneten tragenden Gehäuse-Stirnwand, gesehen in Richtung der Pfeile 2-2 in Fig. 1;

Fig. 3 eine Ansicht des aus einer Vielzahl von Elektromagnet-Bauelementen aufgebauten Rotors der Gleichstrom-Maschine, gesehen in Richtung der Pfeile 3-3 in Fig. 1; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Anschlusses der Elektromagnet-Bauelemente des Rotors einer erfindungsgemäßen Gleichstrom-Maschine über mehr als ein Paar von Kommutator-Schleifkontakten an eine Gleichstromquelle bzw. einen Gleichstromverbraucher.

In den Fig. 1 bis 3 ist ein in seiner Gesamtheit mit 10 bezeichnetes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Gleichstrom-Maschine in schematischer Darstellung gezeigt, welche als Motor und als Generator einsetzbar ist. Die Maschine 10 weist ein im speziellen Fall in Axialrichtung relativ kurz bauendes Gehäuse 12 auf, welches sich aus zwei scheibenartigen Gehäuse-Stirnwänden 14a, 14b relativ großen Durchmessers und der praktisch zu einem zylindrischen Ring relativ geringer Länge umgestalteten eigentlichen Ge-

hause-Umfangswand 16 zusammensetzt. Gehäuse-Stirnwände 14a, 14b und Gehäuse-Umfangswand 16 sind durch – nicht gezeigte – Schrauben oder andere Befestigungsmittel demontierbar miteinander verbunden.

Mittige Durchgangsöffnungen 15a, 15b in den Stirnwänden 14a, 14b sind durch Gehäusedeckel 18a, 18b verschlossen, in welchen jeweils mittig eine Lageraufnahme 20 für ein Radiallager 22 gebildet ist, in denen eine den Gehäusedeckel 18a durchsetzende Welle 24 drehbar gelagert ist. Diese Welle 24 trägt den drehfest auf ihr gehaltenen Rotor 26 (Fig. 3).

Auf den inneren Stirnflächen der Gehäuse-Stirnwände 14a, 14b sind in gleichmäßigen Winkelabständen radial möglichst weit nach außen gesetzte Permanentmagneten 28 auf in bezug auf die Gehäuse-Mittelachse gleichem Radius angeordnet. Im dargestellten Fall (Fig. 2) tragen die Stirnwände 14a, 14b jeweils insgesamt zwölf Permanentmagneten, welche in Umfangsrichtung aufeinanderfolgend jeweils entgegengesetzte Polarität haben.

Der Rotor 26 (Fig. 3) ist aus einer Vielzahl von zunächst als gesonderte Einzelbauteile hergestellten Elektromagnet-Bauelementen 30, und zwar im dargestellten Fall insgesamt zweiundsiebzig Bauelementen 30, zusammengebaut. Jedes der Elektromagnet-Bauelemente 30 weist einen als Scheibe aus weichmagnetischem Material ausgebildeten Spulenkern 32 auf, über welchen als Spulenwicklung 34 insgesamt zwei Windungen eines Metall-Streifens gewickelt sind, der zweckmäßig aus einer elektrisch hochleitfähigen Kupferlegierung hergestellt ist. Der Streifen ist in den die Wicklung auf dem Spulenkern bildenden Bereich in üblicher Weise – z. B. durch eine nichtleitende Lackierung – gegen den Spulenkern 32 seinerseits in üblicher Weise zur weitgehenden Unterdrückung von Wirbelströmen aus gegeneinander isolierten und gepackten Transformatorblechen aufgebaut. Die beiden Enden 36a, 36b des Streifens 36 jedes Elektromagnet-Bauelements 30 sind radial nach innen in Richtung zur Welle 24 geführt und dort in einem Nabenträger 38 gehalten, der z. B. in der in Fig. 1 angedeuteten Weise zwei axial zueinander versetzte, jeweils eines der Enden 36a bzw. 36b der Bauelemente 30 aufnehmende Kunststoff-Ringkörpern 38a, 38b aus isolierendem Material aufweist. In diesen Ringkörpern 38a, 38b sind die Streifen-Enden 36a, 36b sämtlicher Elektromagnet-Bauelemente 30 gegeneinander isoliert eingegossen gehalten. Durch eine z. B. in Fig. 1 durch eine Keilnut 40 angedeutete Keilverbindung ist der Rotor 26 drehfest mit der Welle 24 verbunden. Der aus dem Nabenträger 38 und der Vielzahl der Elektromagnet-Bauelemente gebildete Rotor 26 ist bei geeigneter Wahl und Bemessung des Materials für die Streifen 36 selbsttragend, wobei alternativ aber eine zusätzliche Versteifung des Rotors durch teilweises Vergießen der zwischen der radial verlaufenden Leiterstreifen 36 bestehenden Zwischenräume denkbar ist. Die scheibenförmigen Spulenkern 32 treten in Axialrichtung über die Spulenwicklung 34 vor, so daß sie bei laufendem Rotor im Gehäuse eine radial von innen nach außen gerichtete Luftströmung im Gehäuse bewirken. Durch (nicht gezeigte) geeignete Luftzuführkanäle in den Stirnwänden 14a und/oder 14b und Luft-Abführöffnungen im eigentlichen Gehäuse 16 kann bei laufender Maschine eine die Kühlung der Maschine zwangsläufig sicherstellende Zirkulation von Umgebungsluft erzwungen werden. Durch beidseitig auf den axial über die Spulenwicklung 34 vortretenden Bereiche der Spulenkern 32 aufgesetzte Ringscheiben 41 aus magnetisch nicht leitendem Material kann die Zirkulation der Umgebungsluft auf die Zwischenräume zwischen den Elektromagnet-Bauelementen 30 konzentriert und so die Kühlwirkung optimiert werden. Gleichzeitig sta-

bilisieren diese Ringscheiben 41 die Elektromagnet-Bauelemente, indem sie diese in vorgegebenem radialen Abstand von der Rotor-Drehachse ebenso wie in ihrem Abstand in Umfangsrichtung relativ zueinander fixieren.

Der Anschluß der Elektromagnet-Bauelemente 30 an einer äußeren elektrischen Gleichstromquelle, z. B. einen Akkumulator, oder – im Falle des Einsatzes als Generator – an einen Gleichstrom-Verbraucher erfolgt bei der Maschine 10 über wenigstens ein Paar von Schleifkontakten 42a, 42b und – wie dann in Fig. 4 gezeigt ist – wenigstens ein weiteres zu den Schleifkontakten 42a, 42b in Umfangsrichtung versetztes Paar von Schleifkontakten 50a, 50b, die im dargestellten Fall als durch Federn 44 direkt an die – nicht isolierten – stirnwandzugewandten Stirnkanten der radialen Abschnitte der Leiter-Streifen 36 angebrückte Kohlebürsten ausgebildet sein können. Die nicht isolierten Stirnkanten der Streifen 36 sämtlicher Elektromagnet-Bauelemente 30 bilden zusammen genommen den Kommutator am Rotor 26 der Maschine 10. Alternativ kann der Kommutator natürlich auch von gesondert an den die Spulenwicklung bildenden Leitern angebrachten Kontaktelementen gebildet werden, wenn dies z. B. im Hinblick auf Verschleiß der Kontaktflächen, erwünscht ist. Aus der vorstehenden Beschreibung der Gleichstrom-Maschine 10 ist klar, daß die an den Gehäuse-Stirnwänden vorgesehenen, den Spulenkern 32 der Elektromagnet-Bauelemente 30 gegenüberstehenden Permanentmagneten 28 in Umfangsrichtung eine solche Erstreckung haben, daß ihnen in jedem Augenblick jeweils mehr als drei Elektromagnet-Bauelemente gegenüberstehen. Durch den Kommutator werden die Elektromagnet-Bauelemente so mit Strom versorgt, daß die Polarität des Spulenkerns eines zwischen ein Paar zusammengehörender Permanentmagnete eintretenden Elektromagnet-Bauelements der Polarität der zugeordneten Permanentmagnete zunächst entgegengesetzt ist, so daß das jeweilige Bauelement 30 durch die magnetische Wechselwirkung zwischen das Permanentmagnet-Paar gezogen wird. Bei Erreichen der halben Umfangserstreckung des Permanentmagnet-Paares erfolgt dann durch Wirksamwerden des zweiten Paares von mit umgekehrter Polung an die Gleichstromquelle angeschlossenen Schleifkontakte 50a, 50b eine Umpolung des jeweiligen Elektromagnet-Bauelements 30, so daß durch die dann erfolgende entgegengesetzte Polarisierung des Spulenkerns ein Abstoßen und somit ein zwangsläufiges Weiterdrehen des Rotors bewirkt wird. Dies wird durch die in Fig. 4 schematisch dargestellte Schaltung erreicht. In der Zeichnung sind zwei in Umfangsrichtung zueinander versetzte, in der Umfangserstreckung aber noch jeweils dem gleichen Permanentmagneten zugeordnete Elektromagnet-Bauelemente 30 gezeigt, die über Leitungen 46 an die zugehörige Gleichstromquelle 48, z. B. einen Akkumulator angeschlossen sind. Die Schleifkontakte 42a, 42b haben dabei eine Umfangserstreckung, welche maximal der halben Umfangserstreckung eines Permanentmagneten 28 entspricht, so daß über den jeweiligen Leiter 36 also die Erregung des jeweiligen Spulenkerns 32 im angestrebten Sinn derart erfolgt, daß das jeweilige Bauelement 30 während der ersten Hälfte des Eintritts zwischen ein zusammengehörendes Paar von Permanentmagneten 28 angezogen wird. Sobald der jeweilige Spulenkern 32 über die Mitte des augenblicklich gegenüberstehenden Paares von Permanentmagneten 28 hinwegtritt, wird der Stromfluß von der Gleichstromquelle 48 über ein zweites Paar von in entgegengesetzter Polung an die Gleichstromquelle angeschlossenen Schleifkontakten 50a, 50b umgekehrt, so daß die Polarität des im jeweiligen Spulenkern 32 erzeugten Magnetfeldes sich umkehrt und dann gleich der Polarität des jeweils gegenüberstehenden Permanentmagneten-Paares ist. Der Spulenkern 32 und somit das

jeweilige Elektromagnet-Bauelement 30 wird dann aus dem zusammengehörenden Paar von Permanentmagneten 28 verdrängt, d. h. der Rotor 26 erhält einen ihn weiter in Drehrichtung drängenden Impuls.

Eine weitere Erhöhung der Leistung der beschriebenen Elektromaschine ist durch eine – in den Zeichnungsfiguren nicht gezeigte – Anordnung weiterer Doppel-Paare von in Umfangsrichtung winkelversetzt an die Gleichstromquelle bzw. einen (oder mehrere) Gleichstromverbraucher angeschlossene Schleifkontakte 42a, 42b bzw. 50a, 50b möglich.

stromverbraucher (48) angeschlossen vorgesehen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Elektrische Gleichstrom-Maschine (10) mit einem in einem Gehäuse (12) drehbar gelagerten Rotor (26),  
der eine Vielzahl von mit Abstand von der Drehachse angeordneten Elektromagneten mit jeweils einer Spulenwicklung (34) auf einem einen oder mehrere elektrische(n) Leiter tragenden Spulenkern (32) aufweist, wobei die Enden der die Spule bildenden elektrischen Leiter radial nach innen geführt und mit jeweils zugeordneten, insgesamt zusammengekommen einen Kommutator bildenden Kontaktelementen mit jeweils einer Kontaktfläche elektrisch leitend verbunden sind, auf denen im Gehäuse gehaltene an wenigstens eine Gleichstromquelle (z. B. 48) bzw. wenigstens einen Gleichstromverbraucher anschließbare Schleifkontakte angedrückt sind, und mit in gleichmäßigen Winkelabständen auf den Innenseiten der Gehäusestirnwände (14a; 14b) angeordneten, den Stirnflächen der Spulenkern (32) gegenüberstehenden Polflächen von Permanentmagneten (28) mit in Umfangsrichtung aufeinanderfolgend jeweils entgegengesetzter Polarität, wobei jeder Spulenkern (32) mit der zugehörigen Spulenwicklung ein gesondert hergestelltes Elektromagnet-Bauelement bildet, welche in einem mit der Welle (24) des Rotors (26) drehfest verbundenen Nabenträger (38) gehalten sind, die Polflächen der Permanentmagnete (28) in Umfangsrichtung eine jeweils mehrere gegenüberstehende Spulenkern (32) überdeckende Erstreckung aufweisen, die beiden jeweils einem radial außenliegenden Permanentmagneten (28) zugeordneten Schleifkontakte des Kommutators sich in Umfangsrichtung so weit erstrecken, daß sie die Kontaktflächen von jeweils etwa der Hälfte der einer Polfläche eines Permanentmagneten (28) zugeordneten Kontaktelemente überdecken nach Patent 196 20 291.4, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils auf ein Paar von an die Gleichstromquelle(n) bzw. Gleichstromverbraucher angeschlossen Schleifkontakten (42a, 42b) in Umfangsrichtung versetzt ein weiteres Paar von in umgekehrter Polarität an die Gleichstromquelle(n) bzw. Gleichstromverbraucher angeschlossen Schleifkontakten (50a, 50b) vorgesehen ist.
2. Gleichstrom-Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktflächen der Paare von in Umfangsrichtung aufeinander folgend vorgesehenen Schleifkontakten (42a, 42b; 50a, 50b) des Kommutators relativ zueinander in Rotor-Drehrichtung verstellbar sind.
3. Gleichstrom-Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse (12) in Umfangsrichtung zueinander versetzt weitere Doppel-Paare von Kommutator-Schleifkontakten (42a, 42b; 50a, 50b) mit aufeinanderfolgend jeweils umgekehrter Polarität an die Gleichstromquelle(n) bzw. Gleich-

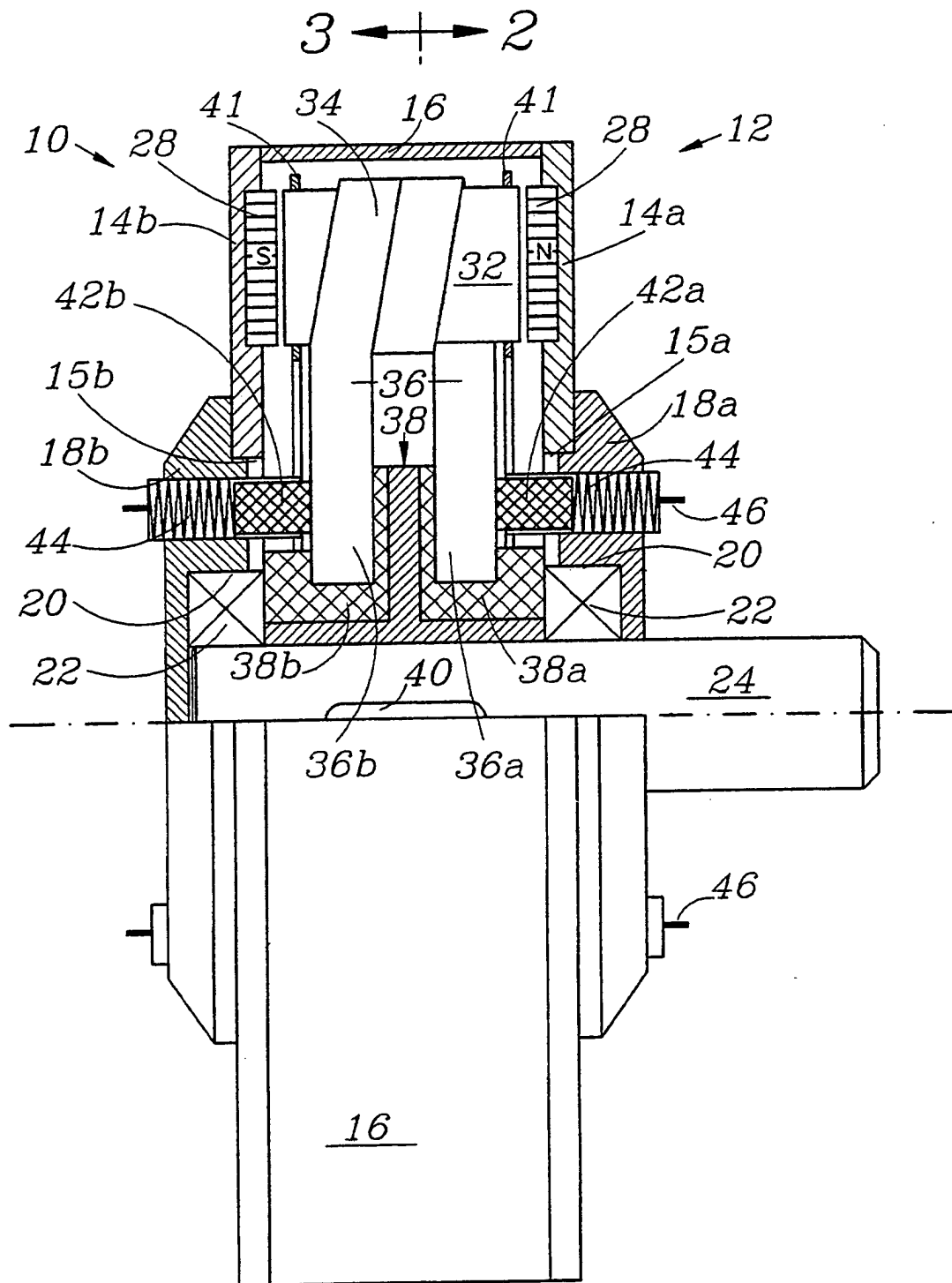


Fig.1  $3 \longleftrightarrow 2$

